

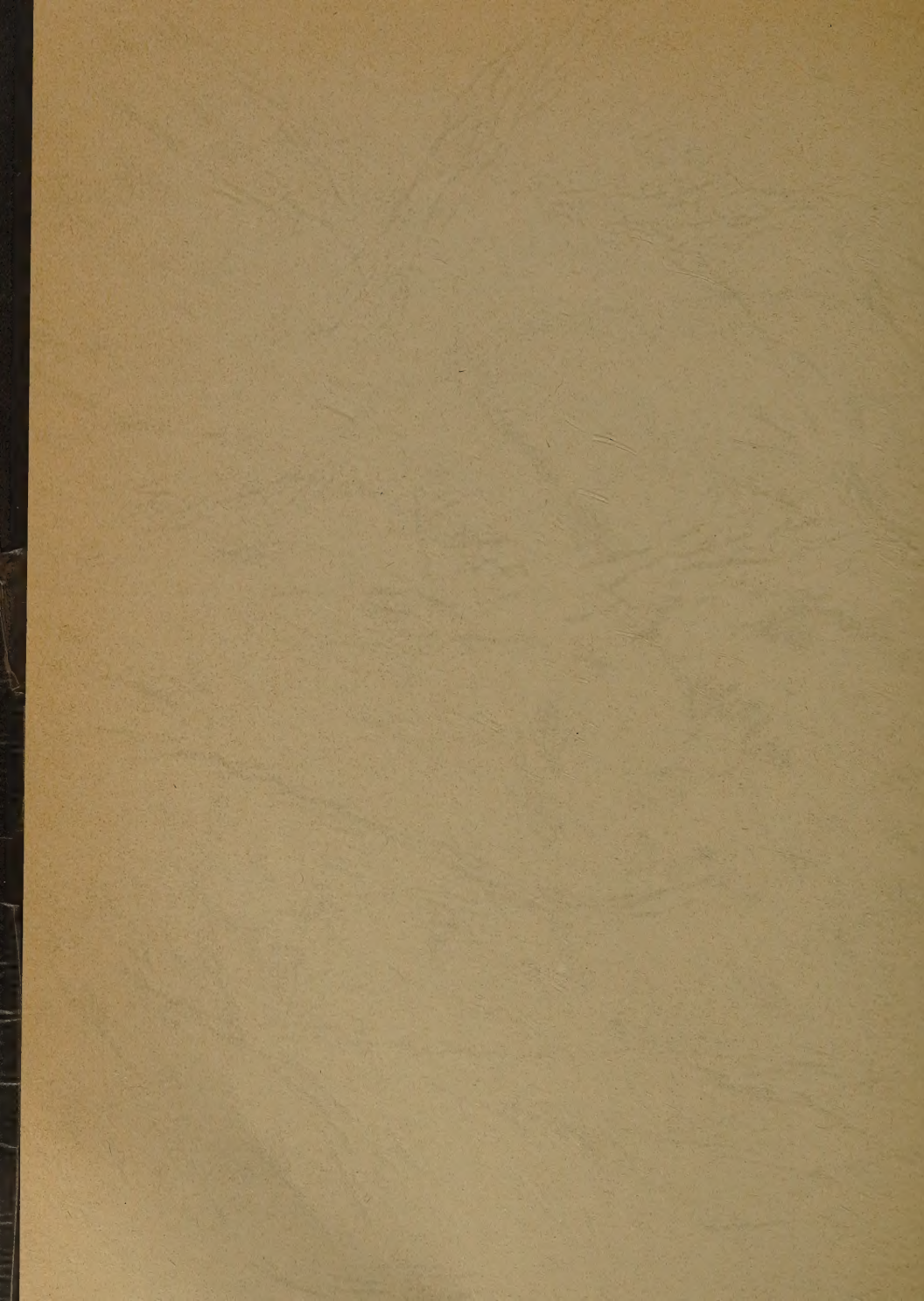
Aus der Orthopädischen Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. H. Rettig

**Das dysplastische Kniegelenk
unter besonderer Berücksichtigung
der habituellen Patellarluxation**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Dirk Ellringmann
aus Berleburg

Gießen 1972



Aus der Orthopädischen Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. H. Rettig

**Das dysplastische Kniegelenk
unter besonderer Berücksichtigung
der habituellen Patellarluxation**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Dirk Ellringmann
aus Berleburg

Gießen 1972



Dekan: Professor Dr. med. Hj. Staudinger

Referent: Prof. Dr. med. H. Rettig

Korreferent: Prof. Dr. med. H. Ecke

Inhalt:

EINLEITUNG

I. AUFGABENSTELLUNG UND BEGRIFFSBESTIMMUNG

- A. DEFINITION DER PATELLARLUXATION
- B. DEFINITION DER DYSPLASIE
- C. URSACHEN DER HABITUELLEN PATELLARLUXATION

II. ANMERKUNGEN ZU DEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN

- A. METHODIK NACH BRATTSTRÖM
- B. EIGENE VERSUCHE
- C. METHODIK NACH FICAT

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

- A. MESSGRÖSSEN
- B. KRANKENGUT

IV. ERGEBNISSE

V. DISKUSSION

- A. DIE EINZELNEN ERGEBNISSE UND IHRE BEDEUTUNG
- B. DIE ERGEBNISSE IM GESAMTZUSAMMENHANG
- C. DIE KLINISCHE BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE

VI. ZUSAMMENFASSUNG

VII. LITERATURVERZEICHNIS

VIII. DANKSAGUNG

IX. LEBENS LAUF

EINLEITUNG

Der Begriff der Dysplasie im Bereich des Hüftgelenkes ist geläufig und im Röntgenbild durch Meßmethoden belegt. Für andere Gelenke fehlen ähnliche Untersuchungen. Es ist aber doch so, daß am Hüftgelenk die Veränderungen häufig und von großer Wichtigkeit, am Kniegelenk die Veränderungen nicht ganz so häufig, aber ebenso wichtig sind. So manchem Patienten mit schwerer Kniegelenksarthrose hätte geholfen werden können, wenn die Ursache der beginnenden Arthrose bekannt gewesen wäre! Doch bisher gibt es keinerlei diagnostische Kriterien, die eine Aussage über eine "praearthrotische Deformität" im Bereich des Kniegelenkes im Sinne einer Dysplasie zulassen. Die Patellarluxation ist ein durchaus bekanntes Krankheitsbild. Man führt sie häufig auf eine Dysplasie im Bereich des Kniegelenkes zurück. Doch nach welchen Gesichtspunkten beurteilt man diese eigentlich? Noch schwieriger in der Erkennung und schwerwiegender in ihren Folgen ist die Subluxation der Patella, und erst in den letzten Jahren beginnt man ihr als einer wichtigen "praearthrotischen Deformität" wieder mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß die Subluxation der Patella, gelegentlich auch ihre Luxation, wegen Fehlens genauerer Untersuchungsmethoden als Meniscopathie gedeutet wurde. (10, 15, 34)

Aus dieser Erkenntnis erhebt SMILIE (50) die Forderung, besonders bei Frauen jede Art von Kniebeschwerden so lange als Subluxation bzw. Luxation der Patella zu deuten, bis das Gegenteil bewiesen ist.

Unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenmethodik setzt sich die vorliegende Arbeit mit diesen differentialdiagnostischen Überlegungen auseinander. Sie soll ein Versuch sein, diagnostische Kriterien für die Dysplasie des Kniegelenks zusammenzustellen und genau zu definieren. Da die Patellarluxation die besten Ansatzpunkte hierfür bietet, haben wir uns besonders mit diesen Fällen auseinandergesetzt. Aus diesem Grunde wurde folgende Untergliederung der Arbeit gewählt:

1. DEFINITION DER BEGRIFFE PATELLARLUXATION UND DYSPLASIE,
2. ERÖRTERUNG DER GEEIGNETEN RÖNTGENMETHODEN,
3. BESCHREIBUNG UND DISKUSSION DER EIGENEN UNTERSUCHUNGEN.

I. AUFGABENSTELLUNG UND BEGRIFFSBESTIMMUNG

A. DEFINITION DER PATELLARLUXATION

Es ist als erstes abzugrenzen, was unter Luxation im Gegensatz zu Subluxation der Patella verstanden werden muß. Eine Definition findet sich bei HUGHSTON (30): "Der Ausdruck 'subluxierte Patella' entspricht einer Stellung der Kniescheibe, bei der der laterale Rand nach lateral über die Kante des Condylus lateralis femoris und der Apex patellae aus dem Sulcus intercondylaris verschoben ist." Diese rein descriptive Definition muß durch eine funktionelle ergänzt werden: Die Patella steht bei gestrecktem und entspanntem Knie etwas höher als normal und etwas weiter lateral. Bei der Beugung, hauptsächlich bei der Belastungsbeugung, gleitet sie auf den Condylus lateralis, um dann bei weiterer Beugung fühl- oder sogar hörbar in ihre Führungsrinne zurückzuspringen. Dies kann sich bei jeder Bewegung ereignen oder aber nur bei plötzlicher, nicht vorhergesehener Belastung des Knies. Bei der Luxation hingegen springt die Patella nicht wieder in ihr Gleitlager zurück, sondern rutscht vom Condylus lateralis nach außen ab.

Die folgende Abbildung veranschaulicht diese Vorgänge anhand einer Zeichnung:

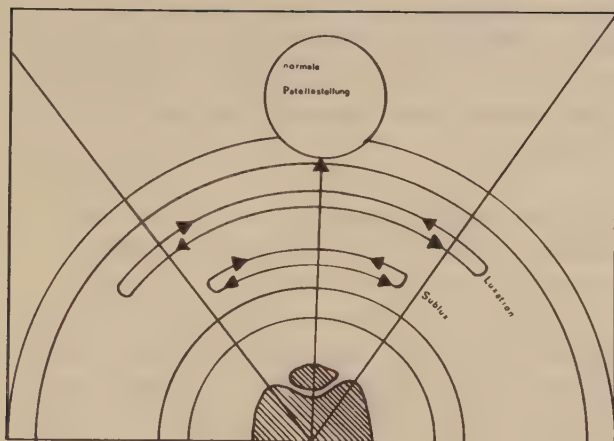


Abb. 1: Die Grenzen zwischen Subluxation und Luxation der Patella. (Modifiziert nach FICAT (17))

Viele Autoren teilen die einzelnen Stadien der Patellarluxation nach verschiedenen Kriterien ein (3, 4, 6, 13, 14, 31, 41, 43, 22). Folgendermaßen kann man sie zusammenfassen:

Angeborene	= congenitale
Dauernde	= permanente
Gewohnheitsmäßige	= habituelle
Gelegentliche	= rezidivierende
	Patellarluxation

"Die angeborene Patellarluxation ist eine seltene Erkrankung, verursacht durch Ver-
rutschen des Extensormechanismus des Knies,
das sich kurz vor oder nach der Geburt

ereignet (MALKIN 1932). Die Patella ist klein und kann nur operativ in ihre normale Lage gebracht werden." (22) Oder "Sie ist eine nicht reponierbare Luxation, die von Geburt an besteht." (4)

Die permanente Luxation (6, 14) ist eine dauernd bestehende und nicht reponierbare Verrenkung der Kniescheibe.

Die habituelle Patellarluxation tritt häufig, gelegentlich mehrmals am Tage (3), schon bei alltäglichen Bewegungen auf (13, 31, 41, 22, 14).

Die rezidivierende Patellarluxation entsteht gelegentlich, nicht voraussehbar, bei Belastungsbewegungen (13, 43). Der Hauptunterschied zur habituellen Patellarluxation besteht in der geringeren Häufigkeit der Verrenkungen (3). Sie kann auch mit häufigerem Auftreten in die habituelle übergehen.

B. DEFINITION DER DYSPLASIE

Bei Schinz (45) wird eine klare Unterscheidung zwischen den einzelnen Wachstumsstörungen getroffen:

1. Hyperplasie
2. Hypoplasie
3. Dysplasie
4. Aplasie
5. Agenesie

Da diese Einteilung und die zugehörigen Erläuterungen auf das Knochenwachstum bezogen sind, heißt es bei der Beschreibung der Dysplasie: "Die Dysplasie äußert sich am Knochen als Dysostose. Auch hier ist die Erscheinungsform verschieden je nachdem, ob die Dysplasie vor oder nach Abschluß des Knochenwachstums einsetzt. Gestört ist sowohl das enchondrale Knochenwachstum, wie auch die periostale Knochenbildung und der Knochenumbau." Weiter heißt es zur Dysostose (45): "Bei der Dysostose ist das Bild ebenfalls ein verschiedenes je nach dem Alter des Individuums. Es handelt sich nicht nur um quantitative, sondern auch um qualitative Unterschiede gegenüber der Norm. Die Dysostose im Wachstumsalter ist häufig das, was man eine Mißbildung nennt. Beim Erwachsenen handelt es sich nicht um eine Störung des Knorpelwachstums, sondern um eine eigentliche Störung des physiologischen Knochenumbaus. Wir verweisen vor allem auf die Ostitis deformans PAGET, auf die polyostotisch-fibröse Dysplasie und auf die hormonellen und avitaminösen Knochenerkrankungen."

Diese Beschreibung von SCHINZ (45) gilt allgemein für jeden Bereich des Skeletts. Um die Dysplasie des Kniegelenks genauer darstellen zu können, sei vorweg die normale Entwicklung der am Kniegelenk beteiligten Knochen kurz wiederholt:

"Die distale Epiphyse des Femur ist das erste aller Röhrenknochenenden, in welchem ein Knochenkern auftritt. Zur Zeit der Geburt fehlt der Kern bei 5 % der Kinder, erst im 2. Lebensmonat besitzen ihn alle. Die Verschmelzung erfolgt an der distalen Femurepiphyse später als an allen übrigen Röhrenknochenenden, durchschnittlich im 21. Lebensjahr (16. - 24.).

Patella: In der Kniescheibe tritt durchschnittlich bei Mädchen im 4. (2. - 4.), bei Knaben im 6. (4. - 6.) Lebensjahr ein Knochenkern, manchmal mehrere auf. Noch im 8. und 9. Lebensjahr hat sie eine stumpfe dreieckige Form, erst vom 10. Lebensjahr an die normale Form.

Tibia: Die Diaphyse beginnt gegen Ende des 2. Embryonalmonats zu verknöchern. In der Regel (77 %) bildet sich vor der Geburt ein Kern in der proximalen Epiphyse. Die Wachstumsfuge verschwindet durchschnittlich bei Mädchen im 17. (15. - 21.), bei jungen Männern im 18. (17. - 20.) Lebensjahr." (30)

Daß es eine diaphysäre, epiphysäre und apophysäre Verknöcherungszeit gibt, ist müßig zu erwähnen. Im Hinblick auf den Gesamtzusammenhang sei aber noch einmal auf die apophysäre Verknöcherung hingewiesen: "In der dritten Zeitspanne (apophysäre Verknöcherungszeit) werden die charakteristischen Formen einzelner Knochen durch besondere Knochenkerne ausgestaltet. Diese apophysäre Verknöcherungszeit deckt sich im allgemeinen mit dem zweiten Lebensjahrzehnt." (30)

Welches sind nun die Entwicklungsstörungen, die im Einzelnen die Dysostose ausmachen? Am Femur stehen im Vordergrund die Mißentwicklung der Condylen. (6, 14, 33, 36) Diese Mißentwicklung kann sich äußern in Hypoplasie des lateralen Condylus, Abflachung des Sulcus intercondylaris, Rückwärtsverlagerung der gesamten Femurrolle und einigen weiteren geringeren Veränderungen.

Bei der Patella findet sich ein breites Spektrum von Veränderungen, angefangen bei leichten Formvarianten bis hin zur Aplasie. Um einen Überblick zu behalten, sei hier die Einteilung BAUMGARTL (6) herangezogen:

Typ I (WIBERG): Beide konkaven Facetten sind gleich groß, der First liegt in der Mitte.

Typ II (WIBERG): Die tibiale Facette ist kleiner als die fibuläre, beide Facetten sind konkav.

Typ III (WIBERG): Die tibiale Facette
ist noch kleiner als
bei Typ II und außer-
dem konvex.

Typ II/III (BAUMGARTL): Die tibiale Facette
ist plan.

Jägerhutform: Keine tibiale Facette.

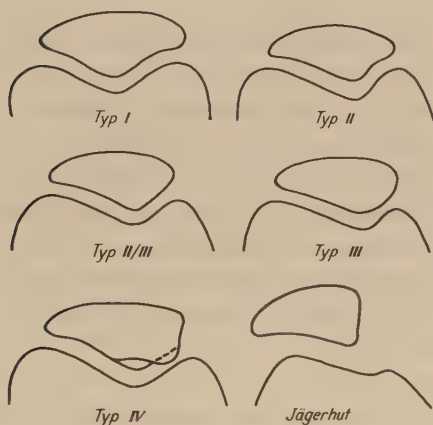


Abb. 4 Die einzelnen Kniescheibenformen (aus 6)

Am Tibiakopf finden wir eine schräge Abflachung
des anterioren oder des posterioren Anteils (6),
T-Form des Kopfes durch Abflachung der Condylengru-
ben (33), Verbildungen der Gelenkflächen und
weiterer Formabweichungen.

Zu diesen Erscheinungsformen der Dysostose kommen noch einige Faktoren, die den eigentlichen Begriff der Dysplasie mit ausmachen: Schwäche des Kapsel-Band-Apparates (6, 33) und die verschiedenen Störungen im Bereich der Muskulatur (12, 13, 14, u.v.m.). Viele Autoren (6, 22, 27, 33, 30, 36) vertreten die Ansicht, daß es sich bei den letztgenannten Erscheinungen und auch bei den verschiedenen Formen der Dystose um angeborene Fehlentwicklungen handelt.

Zwei Dinge seien noch besonders hervorgehoben: Im Rahmen eines "Nail-Patella-(Elbow)-Syndroms, einem seltenen autosomal dominant vererbten genetischen Defekt, findet sich meist eine habituelle Patellarluxation. (20, 22, 48) MAU (33) vertritt die Auffassung, daß die Dysplasie des Kniegelenks als lokalisierte Dystopia epi- metaphysarea oder als Erscheinung bei einer allgemeinen Dystopie anzusehen ist.

Zusammenfassend sei die Dysplasie noch einmal definiert: Die Dysplasie im Bereich des Kniegelenks ist eine angeborene bzw. intrauterin erworbene Fehlentwicklung, charakterisiert durch eine an den einzelnen Teilen des Kniegelenks verschieden stark ausgeprägte Störung des enchondralen Knochenwachstums, der periostalen Knochenbildung, des Knochenbaus und darüber hinaus einer Schwäche des Kapsel-Band-Apparates und Störungen der Muskulatur.

C. URSACHEN DER HABITUELLEN PATELLARLUXATION

Aus verschiedenen Arbeiten wurde eine Liste von Ursachen, die für das Entstehen einer habituellen Patellarluxation verantwortlich gemacht werden, zusammengestellt:

Angeborene Veränderungen:

1. Hochstand der Patella mit Lateralisation
(6, 12, 13, 17, 27, 36, 43, 50, 49),
2. Innentorsion des distalen Femurendes
(6, 13, 17, 19, 36, 43),
3. Abflachung des fibularen Condylus
(1, 6, 9, 12, 13, 17, 25, 27, 41, 43, 49, 31, 36, 50, 57),
4. Besondere Formen der Kniescheibe
(6, 12, 13, 17),
5. Besondere Form der Oberschenkelrolle
(6, 17),
6. Lateralisation des M. Quadriceps
(6, 8, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 38, 40, 43, 59),
7. Angeborene Schwäche des Kapsel-Band-Apparates
(6, 12, 13, 14, 27, 25, 36, 41, 49),
8. Fetale Rachitis
(6, 37),
 - Innervationsstörungen der Mm. Vasti
(6, 39, 41),
 - Kontrakturen
(6, 35),
 - Auswärtsdrehung des Schienbeinkopfes bei Einwärtsdrehung der distalen Femurepiphyse
(6, 17, 27, 57, 61),
9. Genu valgum
(1, 6, 12, 13, 17, 25, 27, 36, 41, 49),
10. Ungewöhnliche Länge des Lig. patellae
(1),
11. Laterale Insertion der Patellarsehne
(27, 49),

12. Schwäche des M. vastus medialis
(12, 13, 14, 27, 49)
13. Aufbaustörungen des Schienbeinkopfes
(17, 25, 36),
14. Keimfehler
(25, 41, 56),
15. Nail-Patella-(Elbow)-Syndrom
(20, 22, 48),
16. Starkes Auseinanderweichen der Gelenkachsen
(17, 30),
17. Graziiler Bau des Gelenkes
(12).

Erworbene Veränderungen (selten):

1. Atrophie des M. vastus tibialis nach
Chondrophia patellae
(6)
2. Narbenbildungen oder Lähmung des M. vastus
tibialis
(6, 12, 13)
3. Gelenkdeformitäten bei
- Lues
(6, 12),
- Gonorrhoe
(6),
Haemophilie
(6, 12)
- Infektarthritis
(12, 13, 6),
- Osteomyelitis
(12)
- Gicht
(12)
4. Zerreißen im Bereich der
- fibularen Retinacula patellae
(6)
- medialen Retinacula patellae
(12)

5. Zustand nach Frakturen der am Kniegelenk beteiligten Knochen
(6),
6. Tumore des Kniegelenks
(6, 12, 13),
7. Trauma
(31, 13, 30, 50),
8. Sekundäre Schlaffheit des Kapsel-Band-Apparates durch chron. Reizergüsse (Reizknie)
(12)

Die Meinungen über die Entstehungsursachen der Patellarluxation gehen mehr weit auseinander, von der uneingeschränkten Betonung des Traumas (3) bis zum völligen Überwiegen der angeborenen Ursachen (6, 13, 22, 27, 57). Eine Möglichkeit die Entstehungsursachen zu unterscheiden beschreibt CRASSELT (13). Ein gewohnheitsmäßiges Luxieren der Patella bei der Streckung des Kniegelenkes sieht er als posttraumatisch, ein Luxieren bei der Beugung des Knies vorwiegend als durch einen angeborenen Defekt hervorgerufenen.

II. ANMERKUNGEN ZU DEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Klinische und röntgenologische Untersuchungsmethoden für das Kniegelenk gibt es eine Reihe, diese Methoden lassen jedoch keine objektivierbare Bewertung zu. Wissenschaftliche Messungen am Femoro-Patellar-Gelenk finden sich in den Arbeiten von BRATTSTRÖM (9) und FICAT (17), über die im Folgenden noch ausführlich berichtet wird. Wenn man eine genaue Vermessung des Kniegelenks vornehmen will, ist die Röntgenmethode das Hauptproblem. An den meisten Kliniken wird für die Gleitlageraufnahme die Technik nach SETTEGAST benutzt. Für die Beurteilung des Gleitlagers auf dysplastische Veränderung bei Patellarluxation liefert diese Technik völlig unbrauchbare Bilder, da hierbei eine ganz andere Region des Gleitlagers getroffen wird. Die einzige klinisch brauchbare Methode ist die nach KNUTSSON (28, 34, 36, 44).

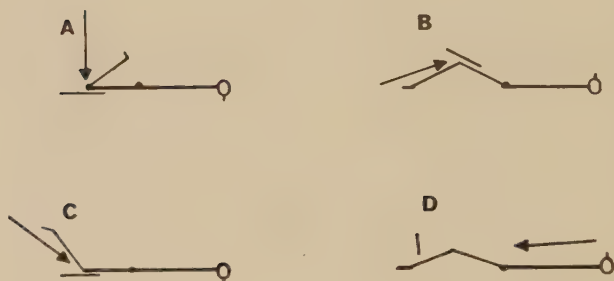


Abb. 5 Die verschiedenen Gleitlageraufnahmetechniken: A. nach SETTEGAST, B. nach JAROSCHY, C. modifiziert nach JAROSCHY, D. nach KNUTSSON (aus 9).

Für wissenschaftliche Messungen kan man diese Methode allerdings schlecht verwerten, da Variationen in der Lagerung des Patienten möglich sind, und daher auch die Werte differieren müssen.

A. METHODIK NACH BRATTSTRÖM (9)

BRATTSTRÖM hat eine Röntgenuntersuchung entwickelt, bei der die Position des Patienten in sehr weiten Grenzen konstant gehalten wird und damit vergleichbare Werte gefunden werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode liegt in der Tatsache, daß durch zwei Aufnahmen in einem konstanten Bezugssystem eine Größenberechnung des distalen Femurendes möglich wird.

Der Patient sitzt an der Kante des Röntgentisches mit rechtwinklig gebeugtem Knie. Seine Füße ruhen auf einem einstellbaren Fußbrett eines Ständers. Durch auf diesem Ständer einstellbare Gelenkmarken wird der Gelenkspalt markiert. In festem Abstand zu diesen Gelenkmarken befinden sich Markierungsdrähte in den beiden Kassetthalterungen, von denen sich die eine an dem Ständer, die andere unter dem Oberschenkel des Patienten am Röntgentisch befindet.

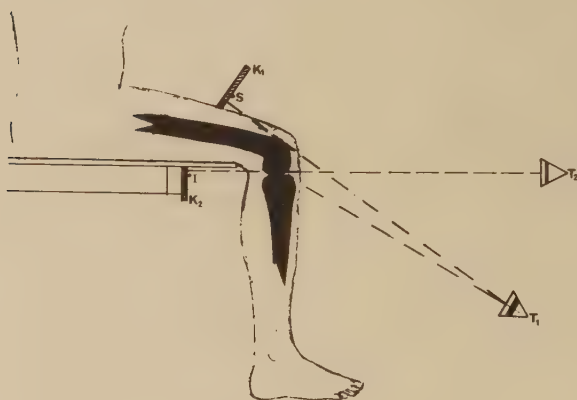


Abb. 6 Sitzposition des Patienten und Richtung des Strahlenganges bei der Methode nach BRATTSTRÖM (aus 9).

Es werden zwei Aufnahmen in zwei Ebenen geschossen, die eine von 30° unterhalb der Horizontalebene durch die Gelenkmarken und den Markierungsdraht auf der horizontalen Kassettenhalterung. Die Kassette ruht bei dieser Aufnahme von der Kassettenhalterung an dem Ständer in ihrer Richtung gehalten auf den Oberschenkeln des Patienten senkrecht zum Strahlengang. Eine zweite Aufnahme wird in der horizontalen Ebene gemacht. Zur besseren Veranschaulichung dienen Abbildung 6, 7 und 8.

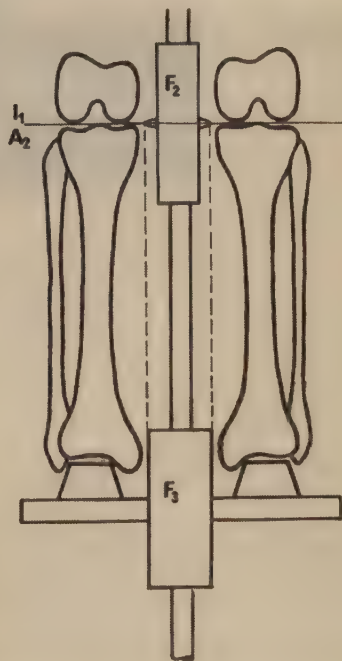
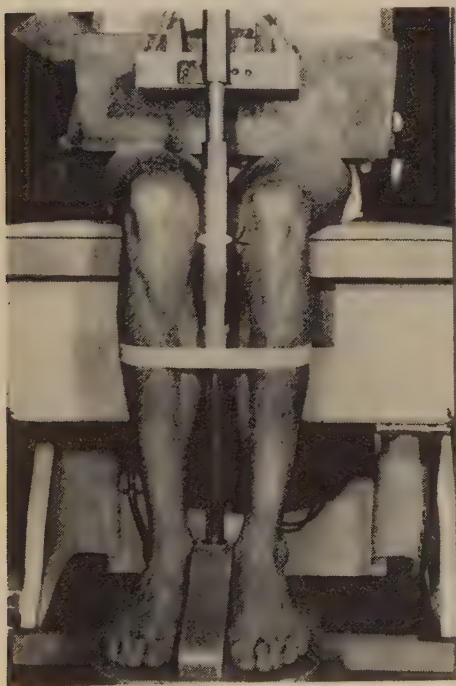


Abb. 7 u. 8 Die Sitzposition des Patienten bei der Methode nach BRATTSTRÖM. Zeichen-
erklärung: T_1 = Röntgenröhre beim
Bild von schräg unten, T_2 = Röntgen-
röhre beim horizontalen Bild, K_1 u.
 K_2 = Kassetten, S = oberer Stahldraht,
 I^2 = unterer Stahldraht (aus 9).

Es ergeben sich folgende Aufnahmen:

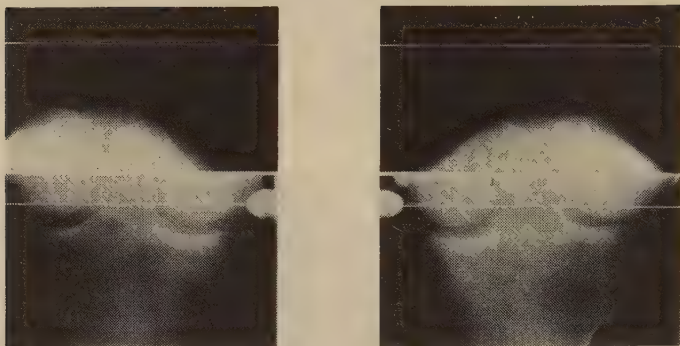


Abb. 9 Oberer Bildanteil: Aufnahme 30° von unten
unterer Bildanteil: Horizontalaufnahme
(aus 9).

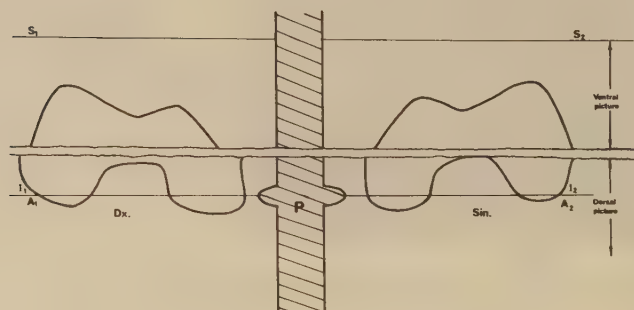


Abb. 10 Nachzeichnung der obigen Röntgenauf-
nahmen
(aus 9).

Die von BRATTSTRÖM ausgemessenen Größen
ergeben sich aus der folgenden Abbildung 11.

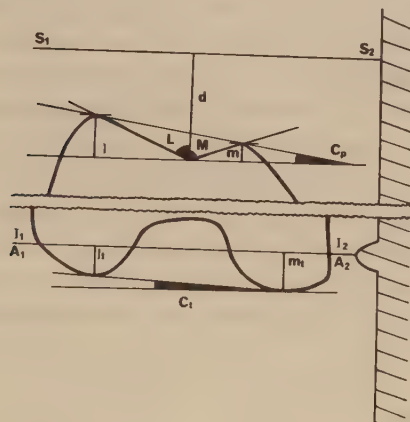


Abb. 11 Die in den Röntgenaufnahmen ausgemessenen Größen (aus 9).

B. EIGENE VORVERSUCHE

Die in groben Zügen erläuterte Methode von BRATTSTRÖM (9) wurde mit einigen technischen Abwandlungen nachvollzogen. Diese Untersuchung ist als Vorversuch zu werten, der angestellt wurde, um mit der Materie vertraut zu werden und einen Eindruck von der Dysplasie im Bereich des Kniegelenks, speziell des Femoro-Patellar-Gelenks, zu gewinnen. Auf ein Problem der Auswertung muß gleich zu Anfang hingewiesen werden: Die Patientenzahl ist sehr gering, dadurch können selbstverständlich nur begrenzt gültige Aussagen gemacht werden. Man sollte sie von vornherein als stichprobenartige Versuchsmessung werten.

Das Krankengut:

Bei den Patienten mit normalen Kniegelenken handelte es sich um junge Männer und Frauen, die wegen irgendwelcher Erkrankungen die Klinik aufsuchten, aber keinerlei Beschwerden am Knie hatten.

Männer: Anzahl 11, Durchschnittsalter 18,18 Jahre

Frauen: Anzahl 9, Durchschnittsalter 20,2 Jahre

Die Patienten mit habitueller Patellarluxation hatten diese beidseits und waren mindestens an einem Knie operiert.

Männer: Anzahl 3, Durchschnittsalter 22,34 Jahre

Frauen: Anzahl 7, Durchschnittsalter 18,18 Jahre

Die Ergebnisse des Vorversuches wurden in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zum Vergleich wurden die von BRATTSTRÖM (9) gefundenen Werte jeweils in der ersten waagerechten Spalte eingetragen. Es fand sich gute Übereinstimmung, die z. T. hohen Standardabweichungen erklären sich aus der geringen Patientenzahl.

		Normal			
♀		rechts		links	
l	10,08	$\pm$	0,19	9,11	$\pm$ 0,17
l	9,33	$\pm$	2,32	9,0	$\pm$ 1,0
m	5,59	$\pm$	0,16	5,87	$\pm$ 0,15
m	4,66	$\pm$	1,54	4,66	$\pm$ 1,54
C _p	6,10	$\pm$	0,30	4,33	$\pm$ 0,26
C _p	8,33	$\pm$	5,13	4,66	$\pm$ 3,51
L	69,39	$\pm$	0,38	70,77	$\pm$ 0,38
L	68,00	$\pm$	5,29	72,66	$\pm$ 2,24
L+M	141,79	$\pm$	0,60	142,36	$\pm$ 0,61
L+M	141,66	$\pm$	1,93	144,33	$\pm$ 5,57

		pathologisch			
♀		rechts		links	
l	6,47	$\pm$	0,66	5,39	$\pm$ 0,45
l	8,35	$\pm$	2,22	5,82	$\pm$ 1,67
m	3,33	$\pm$	0,35	3,42	$\pm$ 0,32
m	5,25	$\pm$	5,78	4,33	$\pm$ 4,50
C _p	4,40	$\pm$	0,88	2,81	$\pm$ 0,65
C _p	8,14	$\pm$	3,13	5,50	$\pm$ 3,61
L	77,47	$\pm$	1,22	79,23	$\pm$ 0,98
L	73,0	$\pm$	4,69	77,14	$\pm$ 5,07
L+M	153,33	$\pm$	2,14	155,97	$\pm$ 1,64
L+M	151,28	$\pm$	8,95	159,83	$\pm$ 12,24

Tab. 1 Ergebnisse des Vorversuchs. Die Bedeutung des Symbole sind der Abbildung 11 zu entnehmen.
 Erste waagerechte Spalte: Ergebnisse von BRATTSTRÖM (9)
 Zweite waagerechte Spalte: Eigene Ergebnisse.

σ^7		Normal	
rechts		links	
l	11,60 $\pm$ 0,18	10,66 $\pm$ 0,20	
l	11,45 $\pm$ 2,39	11,09 $\pm$ 2,02	
m	6,40 $\pm$ 0,16	7,33 $\pm$ 0,18	
m	5,27 $\pm$ 2,41	6,18 $\pm$ 2,36	
C	5,95 $\pm$ 0,26	3,83 $\pm$ 0,30	
C _p	7,36 $\pm$ 4,43	5,45 $\pm$ 3,75	
L	69,31 $\pm$ 0,35	70,68 $\pm$ 0,35	
L	69,45 $\pm$ 3,66	70,18 $\pm$ 4,48	
L+M	142,78 $\pm$ 0,51	141,90 $\pm$ 0,54	
L+M	145,45 $\pm$ 4,14	143,63 $\pm$ 4,58	

σ^7			
rechts			
l	7,88 $\pm$ 0,95	7,00 $\pm$ 0,86	
l	8,33 $\pm$ 5,03	7,00 $\pm$ 6,55	
m	4,94 $\pm$ 0,79	5,29 $\pm$ 0,64	
m	3,26 $\pm$ 2,20	4,06 $\pm$ 3,35	
C	3,71 $\pm$ 0,87	2,47 $\pm$ 1,12	
C _p	4,66 $\pm$ 7,77	4,00 $\pm$ 6,92	
L	75,88 $\pm$ 1,78	77,53 $\pm$ 1,61	
L	71,83 $\pm$ 7,2	78,00 $\pm$ 9,64	
L+M	150,59 $\pm$ 3,86	151,29 $\pm$ 2,92	
L+M	151,83 $\pm$ 9,21	158,00 $\pm$ 17,34	

Tab. 1 Ergebnisse des Vorversuchs. Die Bedeutung der Symbole sind der Abbildung 11 zu entnehmen.

Erste waagerechte Spalte: Ergebnisse von
BRATTSTRÖM (9)

Zweite waagerechte Spalte: Eigene Ergebnisse.

In seiner Arbeit "Pathologie Fémoro-Patellaire" beschäftigt sich FICAT mit dem Femoro-Patellar-Gelenk und berichtet dabei auch über eine eigene hierzu entwickelte Röntgenmethode, die weniger aufwendig als die von BRATTSTRÖM ist, aber ebenfalls gute Ergebnisse liefert. Da sie ohne großen Aufwand in der Klinik durchgeführt werden kann, sei an dieser Stelle kurz darüber referiert.

Der Patient liegt mit dem Rücken auf dem Röntgentisch, die Beine ruhen auf einem Gestell, das etwa dem Giebel eines Hausdaches entspricht, wobei der First genau in den Kniekehlen zu liegen kommt. Dieses Gestell läßt es zu, den Winkel, den Femur und Tibia miteinander bilden, mit Hilfe eines fest montierten Winkelmessers einzustellen. Die Füße liegen aneinander, die Röntgenröhre befindet sich jenseits davon. Die Füße müssen extrem plantar flektiert sein, damit sich nicht im Strahlengang liegen. Zur besseren Veranschaulichung dient die Abbildung 12.



Abb. 12 Die Röntgenmethode nach FICAT, schematisch dargestellt.

Die Röhre wird so eingerichtet, daß der Zentralstrahl tangential die dem Femur zugewandte Fläche der Patella streift. Die Kassette wird auf dem Oberschenkel des Patienten so dicht wie möglich an der Patella senkrecht zum Strahlengang gehalten. Es werden Aufnahmen bei einer Kniebeugung von 30° , 60° und 90° geschossen. Diese Aufnahmen zeigen ein praktisch kontinuierliches Bild des Patellagleitlagers, der Patellarrückfläche und des Bewegungsablaufes.

Bei dieser Technik sind allerdings folgende Schwierigkeiten zu berücksichtigen:

1. Die Röntgenröhre entsprechend der Forderung (Streifen des Zentralstrahles an der Patellarückfläche) erfordert vom Untersucher einige Erfahrung.
2. Die Kassette muß genau senkrecht zum Strahlengang gehalten werden, da sonst Verzeichnungen auftreten.
3. Da die Stellung der Röhre und der Kassette zueinander wegen der verschiedenen Größe der Patienten nicht konstant gehalten werden kann, ändert sich ständig der Vergrößerungskoeffizient. Dies läßt sich ausgleichen, wenn man nicht mit Absolutwerten arbeitet, sondern mit Verhältniszahlen.

Die Ergebnisse seiner Messungen lassen sich folgendermaßen kurz zusammenfassen: wobei die Symbole den Abbildungen 13 und 14 zu entnehmen sind:

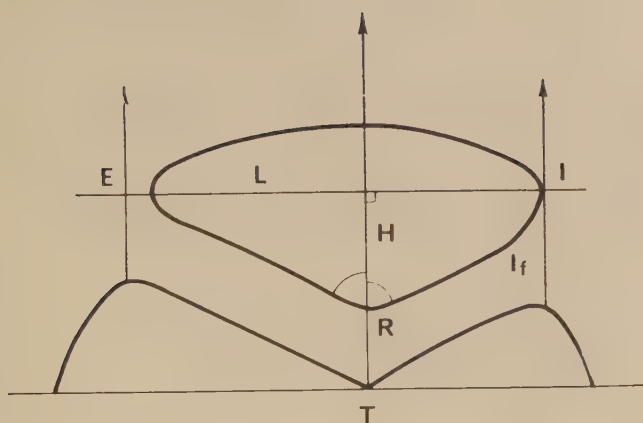


Abb. 13 Winkel ERH + Winkel HRI_f = Patellaöffnungswinkel, TRH = Zentrale Achse (aus 17).

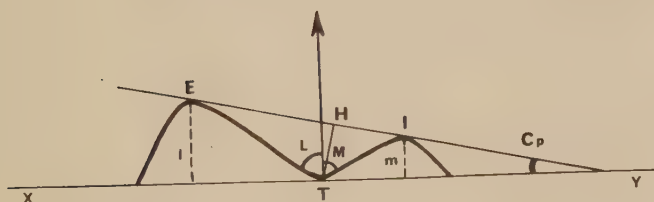


Abb. 14. EI/TH = Tiefekoeffizient, $L + M$ = "Sulcusöffnungswinkel" (aus 17)

Daten der Patella:

1. Quotient $L/H = 3,6 - 4,2$
Je größer er wird, desto abgeflachter ist die Crista mediana der Patella.
2. "Patellaöffnungswinkel" (stumpfer Winkel zwischen den beiden Gelenkflächen der Patella) = $120^{\circ} - 140^{\circ}$, Durchschnitt 130° .
3. Zieht man eine Parallele zu H durch die Spitze des Condylus lateralis femoris, dann muß die Patella medial von dieser Linie liegen.

Daten des Femurendes:

1. Normalerweise ist der "Sulcusöffnungswinkel" kleiner als 143° .
2. Der Tiefekoeffizient des Sulcus intercondylaris beträgt: $EI/TH = 4,2 - 6,5$. Ist dieser Koeffizient größer als 6,5, so liegt eine Dysplasie vor.
3. Der Neigungswinkel C_p der Trochlea beträgt:
 $C_p = 3^{\circ}50' - 6^{\circ}40'$

CRITERES :

1 - ROTULE CENTRÉE

■ INDEX PATELLAIRE	$1 \leq N \leq 3$		$1 \leq N \leq 1,75$
■ ANGLE D'OUVERTURE DE LA ROTULE	130°		$120^{\circ} < Q < 140^{\circ}$
■ INDICE DE PROFONDEUR	$\frac{L}{H} \leq 3,9$		$3,6 < \frac{L}{H} < 4,2$

2 - TROCHLÉE

■ ANGLE D'OUVERTURE	130°		$125^{\circ} < T < 143^{\circ}$
■ COEFFICIENT DE PROFONDEUR	4,3		$4,2 < N < 6,5$

Abb. 15 Die von FICAT gefundenen Normalwerte an Femur und Patella (aus 17).

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Da es nicht nur die Aufgabe dieser Arbeit war, sich mit dem Femoro-Patellar-Gelenk auseinanderzusetzen, dessen Veränderungen für die habituelle Patellarluxation von entscheidender Bedeutung sind, sondern sich mit der Dysplasie des gesamten Kniegelenks zu beschäftigen, haben wir begonnen, die Kniegelenke von Patienten mit habitueller Patellarluxation in den a-p-Röntgenbildern und in den seitlichen Aufnahmen einer genauen Vermessung zu unterziehen. Dabei sind wir uns völlig bewußt, daß diese Methode mit einem nicht unerheblichen Fehler belastet sein kann (36). Um die Größe dieses Fehlers überschauen zu können, haben wir Röntgenaufnahmen in extremer Fehlhaltung des Beines angefertigt und diese nach der noch zu beschreibenden Methode ausgemessen. Von dem gleichen Patienten wurden Röntgenaufnahmen in genauer Mittelstellung und bei einer Außen- und Innendrehung von jeweils 30° bei der a-p-Aufnahme und Verdrehung des Beines bei der seitlichen Aufnahme angefertigt. Das Ergebnis zeigt die Tabelle 2. Diese gefundenen Werte konnten später auch dazu benutzt werden aus den Wertunterschieden auf eine eventuelle Außen- oder Innentorsion des distalen Femurendes oder des Tibiakopfes zu schließen

Tabelle 2:

Alle Maße stammen vom rechten Bein des Patienten,
die Angaben werden in mm bzw. in Winkelgraden
gemacht.

a-p-Aufnahme

	Genau	30° außen	30° innen
a_l	7	7	7
a_m	14	15	15
α_l	15	17	12
α_m	19	24	30
φ_m	39	38	32
β_l	36	50	28
β_m	27	0	47
t_l	5	7	6
t_m	10	8	11
τ_l	15	16	12
τ_m	19	17	19
	3	9	2
b_f	93	92	94
δ_1	7	10	8
δ_2	4	1	6
b_t	86	86	87
b_w	58	74	70
h_l	35	45	25
h_m	45	25	35
$\tan u_l$	0,8	0,6	0,9
$\tan u_m$	0,7	0,4	0,5

seitliche Aufnahme

	genau	extrem
c_f	44	44
c_t	42	32
c_p	31	33
d_c	4	5
χ_f	35	33
χ_t	30	39
k_{dc}	21	16
	22	20

A. MESSGRÖSSEN

Bei der Festlegung der Meßgrößen ging es darum, sämtliche im Röntgenbild erfaßbare Veränderungen zu objektivieren. Zur Erläuterung des folgenden Textes dienen die Abbildungen 16 - 20.

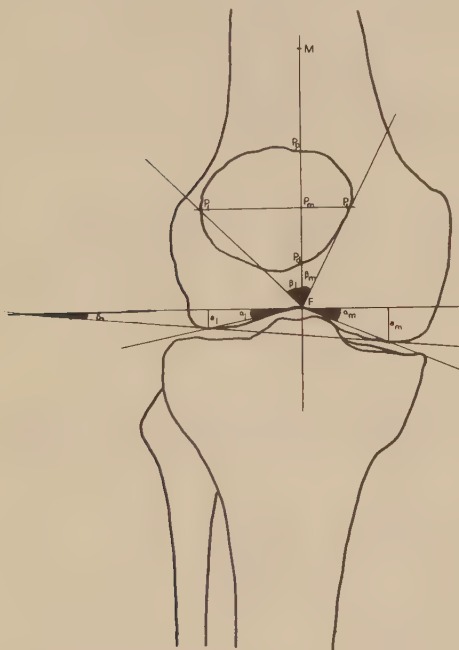


Abb. 16 Meßstrecken und -winkel am Femur in der a-p-Aufnahme.

A-P-Aufnahme:

a) Femur (Abb. 16)

Bezugslinie am Femur $\overline{MF}$:

Tiefste Stelle der Fossa intercondylaris
F verbunden mit dem Mittelpunkt M des 7 cm
proximal liegenden Querschnitts.

Meßstrecken:

- a_l = Höhe des Condylus lateralis
 a_m = Höhe des Condylus medialis
 $\overline{FP}_d$ = Abstand zwischen F um dem distalen Ende
der Patella auf $\overline{MF}$
 $\overline{FP}_p$ = Abstand zwischen F und dem proximalen
Ende der Patella auf $\overline{MF}$
 $\overline{FP}_m$ = Abstand zwischen F und dem Mittelpunkt
zwischen P_p und P_d ($=P_m$)
 b_f = maximale Breite des distalen Femurendes
(Abb. 18)

Die Mittelsenkrechte zwischen P_p und P_d auf
 $\overline{MF}$ ergibt mit dem Patellarand die Schnittpunkte
 P_f und P_t .

Winkel:

- α_l = Winkel zwischen der Senkrechten durch F
zu $\overline{MF}$ und dem höchsten Punkt des Condylus
lateralis
 α_m = wie oben, jedoch Condylus medialis
 β_l = Winkel zwischen $\overline{FP}_f$ und $\overline{FM}$
 β_m = Winkel zwischen $\overline{FP}_t$ und $\overline{FM}$
 ϵ = Winkel zwischen Femurmittellinien und
Tibiamittellinie
 δ_1 = Winkel zwischen FM und der Condylenlinie
(Linie durch die beiden tiefsten Punkte
der Condylen).

b) Tibia (Abb. 17 und 18):

Bezugslinie an der Tibia $\overline{TM}$:

Tiefster Punkt der Area intercondylica T
verbunden mit dem Mittelpunkt M des 7 cm
distal liegenden Querschnitts.

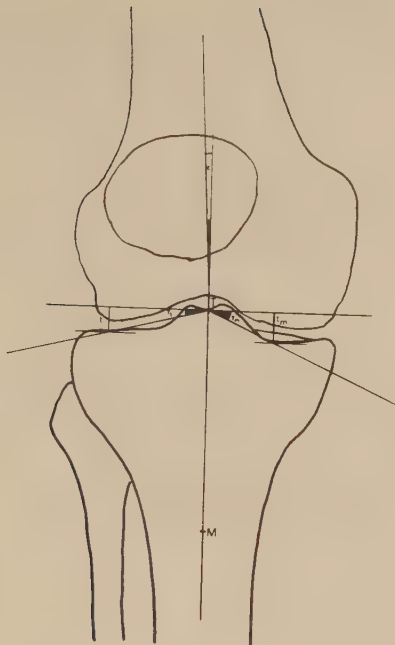
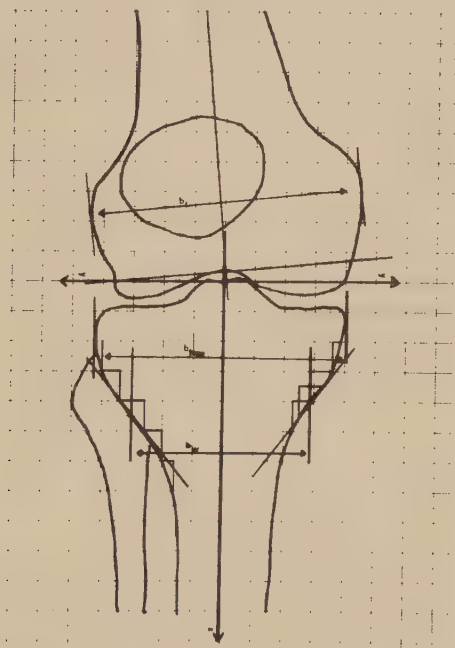


Abb. 17 Meßstrecken und -winkel der Tibia im a-p-Bild



Meßstrecken

- t_l = Tiefe der lateralen Condylengrube
 t_m = Tiefe der medialen Condylengrube
 b_t = maximale Breite des Tibiakopfes (Abb. 18)

Winkel:

- τ_l = Winkel zwischen der Senkrechten zu TM
durch T und dem tiefsten Punkt der lateralen
Condylengrube
 τ_m = Wie oben, jedoch medial
 δ_t = Winkel zwischen TN und der Condylenlinie
des Femur

Form des Tibiakopfes (Abb. 18):

Es werden mittels Steigungsdreiecken die Wendepunkte W_l und W_m und die zugehörigen Steigungswinkel der Tangente in diesen Wendepunkten an der lateralen und medialen Schwingung des Tibiakopfes gesucht.

- h_l = Abstand W_l zu Senkrechte zu MT durch T
 h_m = wie oben jedoch W_m
 h_w = Breite des Tibiakopfes in Höhe der Wendepunkte
 $\tan \omega_l$ = Steigung der Tangenten im Wendepunktlateral
 $\tan \omega_m$ = wie oben, jedoch medial

Seitliche Aufnahme:

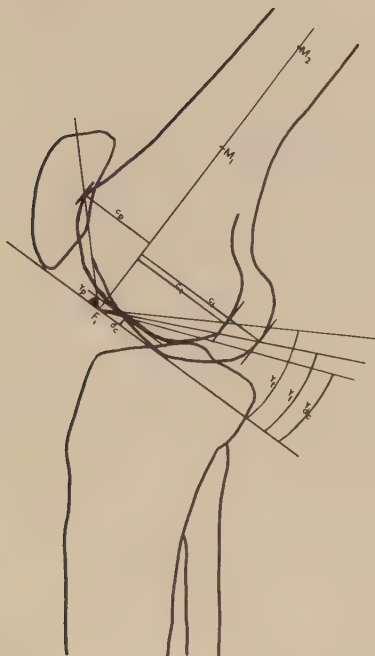


Abb. 19 Meßstrecken und -winkel am Femur
in der seitlichen Aufnahme.

a) Femur: (Abb. 19)

Bezugslinie am Femur $\overline{M_1 M_2}$:

Die Linie zwischen den Mittelpunkten der Querschnitte 6 cm proximal der Facies Articularis M_2 und 10 cm proximal M_1 ergibt als Schnittpunkt mit der Senkrechten zu dieser Strecke durch den tiefsten Punkt der Femurrollen den Punkt F

Meßstrecken:

- c_f $\hat{=}$ größter Abstand des Condylus Fibularis von $\overline{M_1 F}$ nach dorsal
 c_t = wie oben jedoch Condylus Tibialis
 c_p = wie oben jedoch Condylus nach ventral
 d_c = Höhendifferenz der beiden Condylen nach distal.

Winkel

$$\delta_f = \angle \overline{FC}_f \text{ zu } \overline{M_1F}$$

$$\delta_t = \angle \overline{FC}_t \text{ zu } \overline{M_1F}$$

$$\delta_p = \angle \overline{FC}_p \text{ zu } \overline{M_1F}$$

$$\delta_c = \angle \overline{FD}_c \text{ zu } \overline{M_1F}$$

b) Tibia:

Bezugslinie der Tibia $\overline{M_1T}$:

Die Linie zwischen den Mittelpunkten der Querschnitte 6 cm distal von der Facies Articularis M_2 und 10 cm distal M_1 ergibt als Schnittpunkt mit der Facies Articularis den Punkt T

Meßstrecken:

keine

Winkel:

τ = Winkel zwischen der Senkrechten zu $\overline{M_1T}$ durch T und dem dorsalen Condylenrand (Neigung der Condylenfläche).

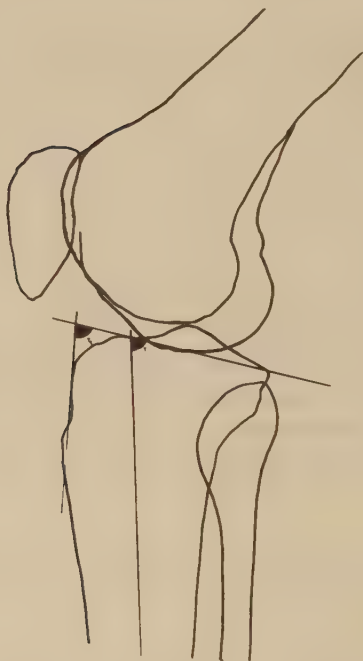


Abb. 20 Gemessene Winkel an der Tibia im
sagittalen Bild.

B. KRANKENGUT

Für die Aufstellung von Normalwerten (Standards) dienten Kniegelenke von Patienten, die wegen irgendwelcher Beschwerden die Klinik aufsuchten, jedoch keine Affektionen im Bereich des Kniegelenks hatten. Um bei der späteren Auswertung eventuell eine Aussage darüber machen zu können, ob und inwieweit es sich bei der Dysplasie um eine Wachstumshemmung handelt, wurde der Standard in zwei Gruppen unterteilt.

1. Altersgruppe von 10 - 16 Jahren:

Weiblich: Anzahl 10, Durchschnittsalter
13,9 Jahre

Männlich: Anzahl 10, Durchschnittsalter
13,5 Jahre

2. Altersgruppe von 16 - 22 Jahre:

Weiblich: Anzahl 9, Durchschnittsalter
20,2 Jahre

Männlich: Anzahl 11, Durchschnittsalter
18,18 Jahre

Da sich in den Röntgenbildern zeigte, daß sich erst ab 16 Jahren die endgültige Form der Kniegelenksanteile auszubilden beginnen, wurde die Unterteilung der Altersgruppen so gewählt.

Bei Patienten mit habitueller Patellarluxation wurde gefordert, daß die Luxation beidseitig sein mußte und mindestens eine Seite operiert worden war, um ganz sicher zu gehen, daß tatsächlich dysplastische Veränderungen vorlagen.

Pathologische Fälle:

Weiblich: Anzahl 11, Durchschnittsalter: 18,18 Jahre

Männlich: Anzahl 3, Durchschnittsalter: 22,34 Jahre

IV. ERGEBNISSE

Von dreißig pro Knie gemessenen Werten ließen nur etwa die Hälfte eine eindeutige Aussage zu. Der besseren Übersicht halber wurde die Wiedergabe der Ergebnisse auf diese eindeutigen Werte beschränkt. Für jene, die sich auf die Patella beziehen, wurden relativ hohe Standardabweichungen gefunden, die durch die Lage- und Formvarianz in der Natur der Sache liegen. Aber auch bei einigen anderen Werten konnten durch die geringe Patientenzahl bedingt etwas erhöhte Standardabweichungen nicht vermieden werden. Ebenfalls wegen der geringen Patientenzahl wurde auf Signifikanzberechnungen bewußt verzichtet.

Die Ergebnisse wurden in den nachstehenden Tabellen zusammengefaßt und anschließend anhand von Skizzen des Knieskeletts graphisch dargestellt.



normal über 16 Jahre

rechts			links		
a_m	13,36	$\pm$	1,45	13,36	$\pm$ 1,64
α_m	22,9	$\pm$	5,11	23,09	$\pm$ 3,62
FP_m	36,9	$\pm$	6,8	36,18	$\pm$ 6,57
β_{Δ}	37,36	$\pm$	6,66	40,09	$\pm$ 6,45
β_m	33,45	$\pm$	12,17	34,81	$\pm$ 11,94
ϵ	3,30	$\pm$	1,99	2,45	$\pm$ 1,29
b_f	94,0	$\pm$		94,0	$\pm$
b_t	86,9	$\pm$	2,78	88,09	$\pm$ 3,37
b_w	64,27	$\pm$	3,87	67,81	$\pm$ 4,02
h_{Δ}	35,9	$\pm$	4,94	34,54	$\pm$ 1,57
h_m	42,72	$\pm$	4,7	42,27	$\pm$ 6,07
$\tan \omega_{\Delta}$	0,88	$\pm$	0,17	0,88	$\pm$ 0,14
$\tan \omega_m$	0,62	$\pm$	0,10	0,67	$\pm$ 0,14
c_f	50,9	$\pm$	3,89	48,27	$\pm$ 4,26
c_t	38,27	$\pm$	5,5	40,00	$\pm$ 5,15
c_p	31,9	$\pm$	4,24	30,27	$\pm$ 1,87
b_t/b_w	1,34	$\pm$	0,1	1,30	$\pm$ 0,07
b_f/b_t	1,08	$\pm$	0,0	1,07	$\pm$ 0,0



normal unter 16 Jahre

rechts			links		
a_m	11,3	$\pm$	1,49	11,4	$\pm$ 1,07
α_m	21,7	$\pm$	2,45	22,3	$\pm$ 3,43
FP_m	29,9	$\pm$	4,81	29,9	$\pm$ 6,88
β_{Δ}	33,2	$\pm$	7,81	34,3	$\pm$ 8,45
β_m	37,8	$\pm$	6,37	34,9	$\pm$ 8,97
ϵ	3,4	$\pm$	1,71	3,0	$\pm$ 2,26
b_f	84,05	$\pm$	8,3	83,0	$\pm$ 6,94
b_t	76,6	$\pm$	6,11	76,1	$\pm$ 6,13
b_w	61,5	$\pm$	2,45	61,9	$\pm$ 4,17
h_{Δ}	33,5	$\pm$	5,79	33,0	$\pm$ 4,83
h_m	33,0	$\pm$	4,83	32,5	$\pm$ 3,53
$\tan \omega_{\Delta}$	0,82	$\pm$	0,10	0,81	$\pm$ 0,10
$\tan \omega_m$	0,66	$\pm$	0,10	0,65	$\pm$ 0,10
c_f	42,4	$\pm$	4,57	42,2	$\pm$ 6,26
c_t	32,9	$\pm$	3,63	32,7	$\pm$ 4,42
c_p	25,7	$\pm$	4,42	24,9	$\pm$ 5,62
b_t/b_w	1,24	$\pm$	0,10	1,22	$\pm$ 0,10
b_f/b_t	1,09	$\pm$	0,00	1,09	$\pm$ 0,00

σ		Pathologisch			
rechts		links			
a_m	12,66 $\pm$	2,11	11,33 $\pm$	2,52	
α_m	28,66 $\pm$	7,25	24,33 $\pm$	7,1	
FP_m	34,66 $\pm$	4,11	34,33 $\pm$	10,11	
β_e	37,33 $\pm$	7,58	37,0 $\pm$	19,28	
β_m	28,66 $\pm$	18,18	12,66 $\pm$	2,11	
ℓ	3,66 $\pm$	2,09	3,33 $\pm$	2,86	
b_f	86,0 $\pm$	3,0	86,0 $\pm$	3,46	
b_t	85,66 $\pm$	3,19	82,66 $\pm$	2,48	
b_w	59,66 $\pm$	2,98	59,33 $\pm$	4,07	
h_e	38,33 $\pm$	5,78	38,33 $\pm$	2,91	
h_m	36,66 $\pm$	2,94	36,66 $\pm$	2,84	
$\tan w_e$	0,80 $\pm$	0,10	0,80 $\pm$	0,10	
$\tan w_m$	0,80 $\pm$	0,10	0,80 $\pm$	0,10	
c_f	52,0 $\pm$	2,64	52,0 $\pm$	4,35	
c_t	34,66 $\pm$	4,96	35,0 $\pm$	2,64	
c_p	25,66 $\pm$	2,93	27,66 $\pm$	1,26	
b_t/b_w	1,43 $\pm$	0,14	1,38 $\pm$	0,14	
b_f/b_t	1,0 $\pm$	0,00	1,04 $\pm$	0,00	

ϕ		normal über 16 Jahre			
rechts		links			
a_m	10,77 $\pm$	1,23	11,11 $\pm$	1,02	
α_m	20,0 $\pm$	2,95	21,55 $\pm$	3,72	
FP_m	29,0 $\pm$	7,33	29,22 $\pm$	8,58	
β_e	34,22 $\pm$	8,36	38,22 $\pm$	8,64	
β_m	42,33 $\pm$	11,57	39,11 $\pm$	10,92	
ℓ	2,0 $\pm$	1,72	1,55 $\pm$	1,23	
b_f	83,44 $\pm$	4,71	82,88 $\pm$	4,94	
b_t	77,66 $\pm$	3,91	78,77 $\pm$	2,76	
b_w	59,88 $\pm$	5,15	60,33 $\pm$	5,38	
h_e	33,33 $\pm$	2,52	33,88 $\pm$	5,49	
h_m	36,66 $\pm$	3,57	36,11 $\pm$	4,86	
$\tan w_e$	0,74 $\pm$	0,10	0,71 $\pm$	0,00	
$\tan w_m$	0,63 $\pm$	0,10	0,65 $\pm$	0,10	
c_f	47,55 $\pm$	2,0	44,66 $\pm$	3,47	
c_t	34,66 $\pm$	4,77	36,77 $\pm$	1,12	
c_p	28,44 $\pm$	1,84	26,77 $\pm$	3,79	
b_t/b_w	1,30 $\pm$	0,10	1,31 $\pm$	0,10	
b_f/b_t	1,07 $\pm$	0,00	1,05 $\pm$	0,00	

♀ Normal unter 16 Jahre					
rechts			links		
a_m	11,1	$\pm$	1,85	11,1	$\pm$ 1,85
α_m	23,1	$\pm$	3,92	23,1	$\pm$ 4,28
FP_m	30,7	$\pm$	5,88	30,4	$\pm$ 5,89
β_e	34,0	$\pm$	7,48	31,3	$\pm$ 4,83
β_m	38,5	$\pm$	8,6	34,7	$\pm$ 5,75
ε	2,7	$\pm$	2,1	2,0	$\pm$ 1,56
b_f	79,95	$\pm$	4,83	79,6	$\pm$ 4,92
b_t	74,2	$\pm$	5,92	73,3	$\pm$ 5,45
b_w	57,9	$\pm$	6,38	58,4	$\pm$ 5,54
h_e	31,5	$\pm$	7,09	31,0	$\pm$ 5,67
h_m	33,0	$\pm$	7,88	32,5	$\pm$ 5,85
$\tan \omega_e$	0,70	$\pm$	0,10	0,68	$\pm$ 0,10
$\tan \omega_m$	0,60	$\pm$	0,00	0,62	$\pm$ 0,00
c_f	45,6	$\pm$	5,69	43,9	$\pm$ 5,54
c_t	33,2	$\pm$	4,87	33,8	$\pm$ 4,04
c_p	26,6	$\pm$	3,56	26,1	$\pm$ 4,38
b_t/b_w	1,29	$\pm$	0,14	1,26	$\pm$ 0,10
b_f/b_t	1,07	$\pm$	0,10	1,08	$\pm$ 0,10

♀ pathologisch					
rechts			links		
a_m	10,54	$\pm$	0,96	10,0	$\pm$ 1,89
α_m	23,36	$\pm$	3,27	25,27	$\pm$ 3,53
FP_m	37,15	$\pm$	6,69	35,65	$\pm$ 7,86
β_e	34,63	$\pm$	11,11	38,10	$\pm$ 10,35
β_m	13,9	$\pm$	13,04	17,2	$\pm$ 9,31
ε	5,31	$\pm$	2,40	3,45	$\pm$ 2,25
b_f	78,09	$\pm$	4,35	77,63	$\pm$ 4,07
b_t	73,18	$\pm$	4,68	74,18	$\pm$ 4,48
b_w	53,36	$\pm$	5,08	52,09	$\pm$ 7,83
h_e	31,36	$\pm$	5,05	35,0	$\pm$ 4,47
h_m	34,54	$\pm$	4,18	35,0	$\pm$ 3,16
$\tan \omega_e$	0,76	$\pm$	0,10	0,74	$\pm$ 0,17
$\tan \omega_m$	0,65	$\pm$	0,10	0,67	$\pm$ 0,00
c_f	47,40	$\pm$	4,76	43,90	$\pm$ 4,21
c_t	33,2	$\pm$	4,10	35,2	$\pm$ 3,99
c_p	25,7	$\pm$	3,05	25,36	$\pm$ 4,16
b_t/b_w	1,37	$\pm$	0,10	1,44	$\pm$ 0,20
b_f/b_t	1,05	$\pm$	0,10	1,04	$\pm$ 0,00

Abb. 21 - 23: Graphische Darstellung der Ergebnisse.
 Durchgezogen ——— = normales Knie-
 skelett
 Gestrichelt -.-.-. = Dysplastisches
 Knie skelett.

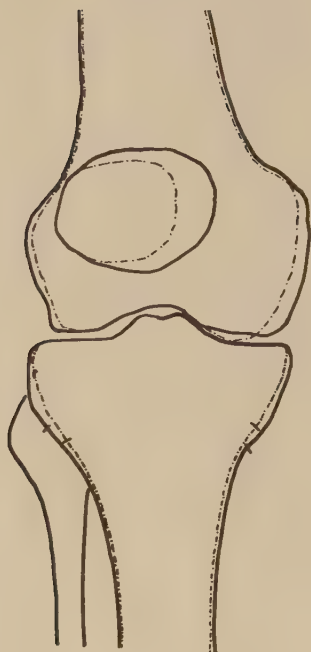


Abb. 21 Männliches Knie

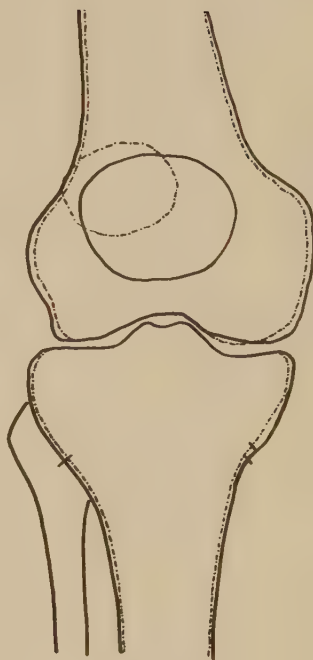


Abb. 22 Weibliches Knie



Abb. 23 Männliches Knie seitlich

A. DIE EINZELNEN ERGEBNISSE UND IHRE BEDEUTUNG

Es werden jeweils die Ergebnisse am männlichen Knie diskutiert. Abweichungen beim weiblichen Knie werden zu Ende eines jeden Abschnitts gesondert erwähnt.

a) Femur

Die absolute Höhe des medialen Condylus (a_m) ist beim kranken Knie geringer als beim gesunden, doch der Sulcusöffnungswinkel nach medial (α_m) ist größer. Daraus kann man schließen, daß er bei der geringeren Breite des Condylenmassivs (b_f) dennoch relativ höher ist. Dies steht dann in direktem logischen Zusammenhang damit, daß bei krankem Knie eine etwas stärkere Valgisierung vorliegt. Auf der seitlichen Aufnahme erscheint besonders der Condylus der patellaren (c_p) Fläche abgeflacht, aber auch der tibiale Condylus (c_t) ist kleiner, wohingegen der fibulare Condylus (c_f) größer ist.

Beim weiblichen Knie ist der fibulare Condylus (c_f) gegenüber dem normalen Knie nicht größer, sondern annähernd gleich groß.

b) Patella

Der Mittelpunkt der Patella-Mittellinie (P_m) liegt beim normalen Knie geringgradig höher als beim pathologischen. Der Winkel zwischen der Mittellinie des Femur und dem lateralsten Punkt der Patella in deren Mittellinie (β_1) ist bei beiden Knien etwa gleich, d.h. am Stand des lateralen Randes findet sich kaum ein Unterschied, doch beim dysplastischen Knie steht der mediale Rand der Patella wesentlich weiter lateral! Daraus folgt, daß der Querdurchmesser der Patella geringer sein muß.

Für das weibliche Knie trifft das Gesagte ebenfalls zu, hinzu kommt noch, daß hier ein deutlicher Hochstand der Patella zusätzlich gefunden wird.

c) Tibia

Der Tibiakopf des dysplastischen Kniegelenks ist schmaler und zwar sowohl an der breitesten Stelle (b_t) als auch in Höhe der Wendepunkte (b_w). Der Wendepunkt des Tibiakopfes (Beginn der Kelchform) liegt beim gesunden Knie lateral weiter proximal als am medialen Rand, d.h. die beiden Kelchformen lateral und medial sind nicht kongruent. Beim dysplastischen Knie findet sich hingegen fast eine Symmetrie der beiden Kelchlinien, d.h. der laterale Wendepunkt liegt tiefer und der mediale höher. Schaut man sich hierzu die Tabelle 2 an, so sieht man, daß bei einer Außendrehung der Tibia der Wendepunkt lateral tiefer und medial höher rutscht. Hieraus kann geschlossen werden, daß eine Außentorsion der Tibia beim dysplastischen Knie vorliegt. Das über die Kelchform Gesagte kommt auch in den Steigungswinkeln der Tangenten in den Wendepunkten wieder zum Ausdruck ($\tan w_l$ u. $\tan w_m$), daß nämlich der pathologische Kelch nahezu symmetrisch ist, während beim normalen die laterale Schwingung stärker ausgeprägt ist. Beim weiblichen Knie treten diese Unterschiede nicht so deutlich hervor, die Werte lassen keine eindeutige Aussage zu.

d) Femoro-tibiale-Achse

Am dysplastischen Kniegelenk findet sich ein etwas stärkeres Genu valgum. Der Unterschied ist bei Frauen stärker als bei Männern.

e) Verhältniszahlen

Das Verhältnis der maximalen Breite des distalen Femurendes (b_f) zur maximalen Breite des Tibiakopfes (b_t) beträgt bei normalen Knien 1,05 - 1,09, bei pathologischen hingegen nur 1,00 - 1,05. Beim dysplastischen Knie ist die Tibia relativ größer im Verhältnis zum Femur. Das Verhältnis von maximaler Tibiakopfbreite zur Breite der Tibia in Höhe der Wendepunkte ist ebenfalls verschieden: Beim normalen Knie beträgt es 1,30 - 1,34, beim pathologischen 1,37 - 1,44. Hieraus folgt, daß der Tibiakopf im Verhältnis zum Tibiaschaft relativ schmaler ist.

Aufgrund der ausgeführten und erläuterten Untersuchungen können über die bei der habituellen Patellarluxation gefundenen Veränderungen folgende Aussagen gemacht werden:

1. Relative Hyperplasie des Condylus medialis in distaler Richtung.
2. Geringere Gesamtbreite des Condylenmassivs.
3. Verkleinerung der tibialen und patellaren Rolle des Femur (von lateral gesehen).
4. Vergrößerung des fibularen Rollenanteils (von lateral gesehen).
5. Verkleinerte Patella, relativ lateralisiert.
6. Bei Frauen zusätzlich Patellahochstand (Patella alta).
7. Geringere Gesamtbreite des Tibiakopfes.
8. Verschmälerung des Tibiakopfes im Verhältnis zum Tibiaschaft.
9. Vergrößerung des Tibiakopfes im Verhältnis zur Breite des distalen Femurendes.
10. Geringere Ausprägung der lateralen Schwingung des Tibiakelchs.
11. Stärkere Valgisierung.

ad 3.: Da die Verkleinerung der patellaren Rolle stärker ausgeprägt ist als die der tibialen, läßt sich dies als "Retrotorsion des Rollenmassivs" interpretieren.

B. DIE ERGEBNISSE IM GESAMTZUSAMMENHANG

Betrachtet man alle gefundenen Ergebnisse im Gesamtzusammenhang, so fällt folgendes auf: Neben einer Verkleinerung sämtlicher Gelenkanteile gegenüber der Norm scheint eine relative Unterentwicklung des lateralen Strahles gegenüber einer relativen Überentwicklung des medialen vorzuliegen.

Betrachtet man die Unterschiede innerhalb der beiden gesunden Kollektive (älter als 16 Jahre und jünger als 16 Jahre), so zeigt sich, daß alle Absolutmaße etwa im gleichen Verhältnis kleiner sind, das Verhältnis der beiden Steigungswinkel zueinander in den Wendepunkten am Tibiakopf aber schon ungefähr festliegt. Bei der Entwicklung des jüngeren normalen Knies zum älteren läßt sich also eine logische Folge, ein gesamtes Wachstum erkennen.

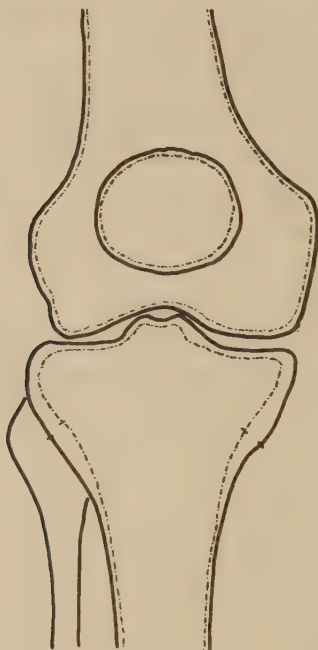


Abb. 24 Männlich: Durchgezogen — = älter als 16 Jahre
gestrichelt - - - - = jünger als 16 Jahre

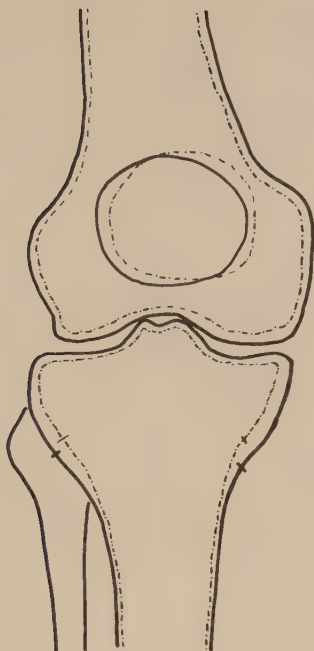


Abb. 25 Weiblich: Durchgezogen ————— = älter als
16 Jahre
gestrichelt - - - - - = jünger als
16 Jahre

Versucht man nun einen Zusammenhang in die Entwicklung des normalen Knies zum dysplastischen zu bekommen, so ist die logische Folge die eingangs genannte Behauptung und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die relative Vergrößerung des Condylus medialis.
2. Das Verhältnis von Tibiakopf zum Schaft.
Beim jungen gesunden Knie ist der Kopf relativ kleiner, beim dysplastischen im Verhältnis zum Schaft relativ größer als bei gesunden Knie des Erwachsenen. Die Betonung der lateralen Seite des Tibiakelches beim gesunden normalen erwachsenen Knie bleibt beim dysplastischen aus.

3. Der Steigungswinkel in den Wendepunkten bleibt vom kindlichen zum erwachsenen Knieskelett annähernd gleich, beim pathologischen ist er medial relativ größer und lateral relativ kleiner bis gleich groß.

Letzteres sind Punkte, die sich aus der Untersuchung ergaben, obwohl nicht gezielt danach gesucht wurde. Bei einer Suche nach weiteren Begründungen dieser Behauptung, ließen sich ziemlich sicher weitere Indizien zusammentragen. Die nicht in diesen Zusammenhang passenden Veränderungen der Patella widersprechen dieser Theorie nicht, da diese sich als Einzelknochen im Zugsystem der Streckmuskulatur den vorliegenden Druck- und Belastungsbedingungen entsprechend entwickelt. Im übrigen paßt die genannte These ausgezeichnet in das von MAU (33) entworfene Bild der Dysplasie im Rahmen einer Systemerkrankung.

C. KLINISCHE BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE

Unter dem Gesichtspunkt, daß mit der hier vorliegenden Arbeit nur neue Wege gewiesen werden sollen, auf denen die Untersuchungen weitergeführt werden können und sollen, können aus den gefundenen Ergebnissen keine unbedingt verbindlichen Aussagen gemacht werden. Doch glauben wir mit aller Vorsicht folgende Daten aufstellen zu können, die es erlauben, ein dysplastisches Kniegelenk zu diagnostizieren. Die klinische Diagnose "Dysplastisches Kniegelenk" war bisher weniger auf objektive Kriterien als vielmehr auf eine große Erfahrung des Untersuchers begründet. Diese Erfahrung sollte durch die folgenden Daten unterstützt werden.

Ein dysplastisches Kniegelenk liegt vor wenn:

1. (nach FICAT) der Quotient L/H größer ist als 4,2,
2. (nach FICAT) der Koeffizient EI/TH größer ist als 6,5,
3. (nach BRATTSTRÖM) der "Sulcusöffnungswinkel" ($L+M$) größer ist als 143° ,
4. der Quotient b_f/b_t kleiner ist als 1,05,
5. der Quotient b_t/b_w größer ist als 1,35,
6. die äußeren Begrenzungslinien des Tibiakopfes kongruent sind, d.h. die Steigungswinkel der Tangenten im Wendepunkt gleich groß sind und die Wendepunkte etwa auf gleicher Höhe liegen.

Um diese Kriterien bewerten zu können,
müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Bei der a-p-Aufnahme müssen die Füße
des Patienten genau parallel zum Strahlen-
gang liegen.
2. Bei der seitlichen Aufnahme müssen die
Füße des Patienten genau senkrecht zum
Strahlengang liegen.
3. Die Gleitlageraufnahme muß nach der
Methode von FICAT (17 und Kapitel II, C)
bzw. BRATTSTRÖM (9 und Kapitel II, A)
ausgeführt werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

1. Definitionen werden gegeben für die angeborene, habituelle und rezidivierende Patellarluxation.
2. Die Kriterien für das Vorhandensein einer habituellen Patellarluxation werden aus der Literatur zusammengetragen.
3. Über die Untersuchungen am Gleitlager von BRATTSTRÖM und FICAT wird berichtet.
4. Eigene Messungen am a-p-Röntgenbild und am seitlichen Röntgenbild werden durchgeführt.
5. Die einzelnen gefundenen Ergebnisse werden zusammengestellt und diskutiert. Eine relative Überentwicklung des medialen und eine relative Unterentwicklung des lateralen Strahles bei Dysplasie werden diskutiert.
6. Diagnostische Kriterien werden aufgestellt zur Identifizierung des dysplastischen Kniegelenks im Röntgenbild.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALBERT, J "The management of Fractures, Dislocations and Sprains"
The C.V. Mosby Company St. Louis 1942
2. APPEL "Zur Lehre von den kongenitalen Patellarluxationen"
Münch. med. Wschr. 1895 I, 501
3. BADE, P. "Die angeborene und habituelle Verrenkung am Kniegelenk", in "Lehrbuch der Orthopädie" von F. LANGE, Jena 1928: Fischer-Verlag
4. BAILY, R.A.J. "The Journal of Bone and Joint Surgery 48B, 852 (1968)
5. BAUER, K.H. "Frakturen und Luxationen", Berlin 1927: Julius Springer
6. BAUMGARTL, F. "Das Kniegelenk", Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg
7. BLUMSAAT "Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe"
Erg. chir. Orthop. 31,149 (1938)
8. BÖHLER "Ein Fall von doppelseitiger dauernder Kniescheibenverrenkung"
Zschr. orthop. Chirurg. 38,303 (1918)
"Ein Fall von linksseitiger habituel-
ler Patellarluxation"
Zschr. orthop. Chir. 38,623 (1918)
9. BRATTSTRÖM H. "Shape of the intercondylar Groove normally and in Recurrent Dislocation of Patella", Act. orthop. scand. 68 (1964)
10. BROWN, J.D. und MC DOUGALL "Radiological Sign of Recurrent Dislocation of Patella", Journ. B. J. Surg. 50B, 841 (1968)
11. CANTON "Congenital dislocation of the left patella in a Knock Knee leg", Lancet 1860 I, 264
12. COTTA, H. "Zur Therapie der habituellen Patellarluxation" Archiv f. Orthop. u. Unfallchir. 51,265 (1959)
13. CRASSETT, C. "Ein Beitrag zur habituellen Patellarluxation" Betr. z. Orthop. u. Traumat. 14/7,382 (1967)

14. DEBRUNNER "Das Kniegelenk", Handbuch der Orthopädie, Bd IV, Teil I
603, Stuttgart 1967: Thieme Verlag
15. DOUGALL, MC und BROWN "Radiological Sign of Recurrent Dislocation of Patella", Journ. B.J.Surg. 50B, 841 (1968)
16. DREESMANN "Angeborene Hüftverrenkungen" Dtsch. Chir. 95,275 (1908)
17. FICAT, P "Pathologie Fémoro-Patellaire" Paris 1972, Masson & Cie Editeurs
18. FRIEDLAND "Laterale Patellarluxation" Arch. Orthop. 23,352 (1925)
19. FRÜND, R "Ein Beitrag zur Mechanik der Patella und des Gesamtkniegelenks", Arch. Orthop. Unfallchir. 46,78 (1953)
20. GIBBS, R.C. et al. "Nail-Patella-Elbow-Syndrom" Arch. Derm. 89,196 (Feb. 1964)
21. GOEBELL "Behandlung der habituellen Patellarluxation mit freier Aponeurosen-transplantation", Dtsch. Ges. Chir. 19.-22. April 1911
22. GREEN, J.P. et al. "Congenital lateral Dislocation of Patella", Journ.B.J.Surg. 50B,285 (1968)
23. GUARDA, E und VECCHINI "La lussazione abituale della Rotula" Clin. Orthop. 20/1,24 (1968)
24. HACKENBROICH und RÜTT "Beiträge zur Arthrosis deformans" Beilagenheft zur Zschr. Orthop. 89, Stuttgart 1957
bei F. Enke Verlag
25. HEYWOOD, A "Recurrent Dislocation of Patella" Journ. B.J.Surg. 43B,508 (1961)
26. HOHMANN, G "Fuß und Bein", 5. Afl. München 1951: J.F. Bergmann
27. HUGHSTON "Subluxation of Patella" Journ.B.J. Surg. 50A, 1003 (1968)
28. KÖHLER, A. und ZIMMER "Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts" 11. Afl., Stuttgart 1967: Thieme Verlag

29. KÖHNLEIN und WELLER "Die Traumatologie des Kniegelenks" Stuttgart 1962: Thieme Verlag
30. LANZ, v.T. und WACHSMUTH "Praktische Anatomie", Teil I/4 Berlin 1935: J. Springer Verlag
31. LINDEMANN und PITZEN "Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädie" München-Heidelberg-1965: Urban & Schwarzenberg
32. MATZEN, P.F. "Lehrbuch der Orthopädie", Allg. Teil, 2. Afl. Berlin 1967
VEB Verlag Volk und Gesundheit
33. MAU, H. "Wesen und Bedeutung der enchondralen Dysostosen"
Stuttgart 1958: G. Thieme Verlag
34. McDOUGALL und BROWN "Radiological Sign of Recurrent Dislocation of Patella", Journ.B.J.Surg. 50B,841 (1968)
35. MELICHER "Die angeborenen Verrenkungen", Wien 1945 Zit. n. BAUMGARTL
36. MOHING, W "Die Arthrosis Deformans des Kniegelenks", Berlin 1966: Springer Verlag
37. MONTEGGIA zitiert nach BAUMGARTL
38. PALETTA "Exercitationes pathologicae", zit. n. BAUMGARTL
39. PAUL zit. n. BAUMGARTL
40. PERTHES "Zur Pathologie in der Operation der habituellen Luxation der Knie-scheibe", Zbl. Chir. 1917,233
41. PITZEN, P und LINDEMANN "Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädie" 9. Afl. München-Heidelberg 1965: Urban & Schwarzenberg
42. ROMPE, G "Die Arthrogryposis multiplex congenita und ihre Differentialdiagnose", Stuttgart 1968: Thieme Verlag
43. RÜTT, A und HACKENBROICH "Beiträge zur Artrosis deformans" Beilagenheft z. Zschr. Orthop. 89 Stuttgart 1957 bei Ferdinand Enke Verlag
44. RÜTT, A "Zur Pathogenese der Patellarluxation" Arch. Orthop. u. Unfallchir. 61,353 (1967)

45. SCHINZ, H.R. "Lehrbuch der Röntgendiagnostik"
Stuttgart 1952: G. Thieme Verlag
46. SCHREIBER, A. "Willkürliche Patellarluxation",
Zschr. Orthop. 100/4, 552 (1965)
47. SERVIER zitiert nach BAUMGARTL (6)
48. SILVERMAN et al. "The Nail-Patella Syndrom",
Arch. Intern. Med. 120, 68 (July 1967)
49. SOUTHWICK "Dislocating Patella", Journ. Ass.
American Med. 204,665 (1968)
50. SMILIE, J.S. "Injuries of the Knee Joint",
E&S Livingstone 1970,211
51. SMITH "Congenital dislocation of the
patella", N.Y. med. J. 1885,27
52. STOKES Congenital Luxation of the patella"
Dublin quart. J. med. Scie.
39,472 (1865)
53. VECCHINI und GUARDA "La lussazione abituale
della rotula", Clin. Orthop. 20/1,24
(1968)
54. WACHSMUTH und LANZ "Praktische Anatomie",
Teil I/4, Berlin 1935: Julius
Springer Verlag
55. WEIGERT, M "Die habituelle Patellarluxation
und ihre Behandlung" Zschr. Orthop.
103/3,345 (1967)
56. WERTHEMANN "Entwicklungsstörungen der Extremitäten", J.Springer Verlag
Berlin-Göttingen-Heidelberg
57. WELLER, S und KÖHNLEIN "Traumatologie des
Kniegelenks", Stuttgart 1962:
G. Thieme Verlag
58. WIBERG, G "Roentgenographie and anatomic
studies on femoro-patellar-joint,
with special reference to chondro-
malacia patellae", Act. Orthop.
scand. 12,319 (1941)
59. WIENUTH "Die habituelle Verrenkung der
Kniescheibe", Dtsch. Chir. 61,127
(1901)

60. ZIMMER und KÖHLER "Grenzen der Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts" Stuttgart 1967: G. Thieme Verlag
61. ZONALI zitiert nach ZURRIA
62. ZURRIA "Lussazione congenita della rotula" Boll. Soc. med.-chir. Catania 2,163 (1934)

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. med. H. Rettig möchte ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und die Stellung der Arbeitsmöglichkeiten innerhalb der Klinik danken.

Ebenso gilt mein Dank allen in der Orthopädischen Klinik direkt und indirekt Beteiligten, besonders der Röntgenabteilung und der Werkstatt.

LEBENS LAUF

Am 18. März 1948 wurde ich, Dirk Ellringmann, als drittes Kind des Facharztes für Innere Medizin Dr. med. Heinrich Ellringmann und seiner Ehefrau Brigitte, geborene Holtmann, in Berleburg, Kreis Wittgenstein geboren.

Von 1954 bis 1958 besuchte ich die Grundschule in Berleburg. Am 2. 11. 1966 legte ich an dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Johannes-Althusius-Gymnasium in Berleburg mein Abitur ab.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich mein Medizinstudium an der Philipps-Universität in Marburg; dort bestand ich am 11. 9. 1967 meine naturwissenschaftliche und am 26. 9. 1969 meine ärztliche Vorprüfung.

Zum Sommersemester 1970 wechselte ich an die Justus Liebig-Universität nach Gießen und meldete mich am 1. Juli 1972 zum medizinischen Staatsexamen, das ich am 9.1.1973 bestand.

